

## Kolbenvakuumpumpe mit Auslassventil

**Patent number:** DE19634517  
**Publication date:** 1998-03-05  
**Inventor:** MEYER JUERGEN (DE); BURGHARD HANS-JOSEF (DE); BEZ ECKHARD (US)  
**Applicant:** LEYBOLD VAKUUM GMBH (DE)  
**Classification:**  
 - international: F04B37/14; F04B39/10  
 - european: F04B37/14; F04B39/08; F04B39/10R2  
**Application number:** DE19961034517 19960827  
**Priority number(s):** DE19961034517 19960827

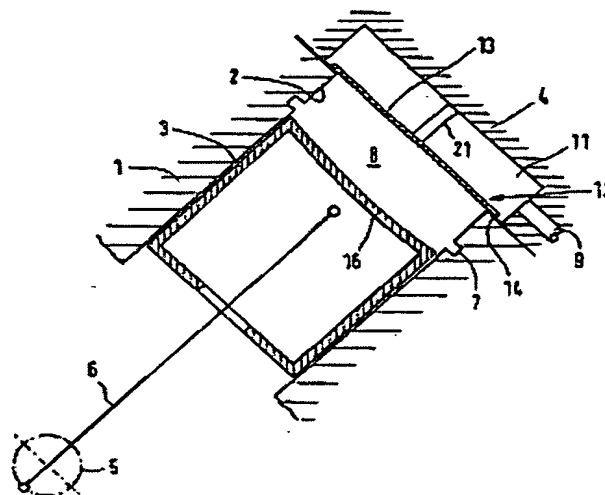
**Also published as:**

WO9809080 (A1)  
 EP0922166 (A1)  
 DE19634517 (A1)  
 EP0922166 (B1)

[Report a data error here](#)

### Abstract of DE19634517

The invention relates to a piston vacuum pump with at least one cylinder (2) and a piston (3) located therein, a gas inlet (7, 31) and a discharge valve (7, 31) located on the face. To improve particulate compatibility the entire face of the cylinder forms the valve disk (13, 33) of the discharge valve (12, 32) and the face edge of the cylinder (2) forms the valve seat (14, 42).



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 34 517 A 1**

⑤ Int. Cl. 8:  
**F 04 B 37/14**  
F 04 B 39/10

②① Aktenzeichen: 196 34 517.0  
②② Anmeldetag: 27. 8. 96  
②③ Offenlegungstag: 5. 3. 98

DE 196 34 517 A 1

⑦① Anmelder:  
Leybold Vakuum GmbH, 50968 Köln, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Leineweber, J., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 50859 Köln

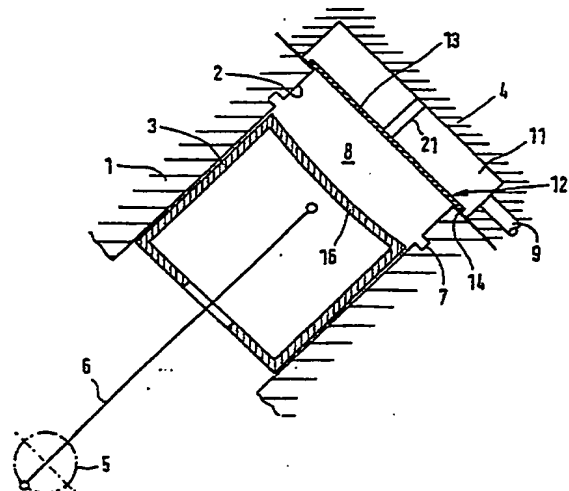
⑦② Erfinder:  
Meyer, Jürgen, 50259 Pulheim, DE; Burghard,  
Hans-Josef, 50937 Köln, DE; Bez, Eckhard, N.  
Chelmsford, Mass., US

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE-PS	11 42 374
DE-PS	8 53 366
DE	44 20 865 A1
DE	37 10 782 A1
DE	24 00 257 A1
DE-GM	74 23 295
GB	21 32 284 A
GB	8 29 560
US	54 82 443
EP	00 85 687 B1

⑤④ Kolbenvakuumpumpe mit Auslaßventil

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Kolbenvakuumpumpe mit mindestens einem Zylinder (2), einem darin befindlichen Kolben (3), einem Gaseinlaß (7, 31) und einem stirnseitig gelegenen Auslaßventil (12, 32); zur Verbesserung der Partikelverträglichkeit wird vorgeschlagen, daß die gesamte Zylinderstirnseite den Ventilteller (13, 33) des Auslaßventils (12, 32) und der stirnseitige Rand des Zylinders (2) den Ventilsitz (14, 42) bilden.



DE 196 34 517 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Kolbenvakuumpumpe mit mindestens einem Zylinder, einem darin befindlichen Kolben, einem Einlaßventil und einem stirnseitig gelegenen Auslaßventil.

Aus der EU-A-85687 ist eine Vakuumpumpe dieser Art bekannt. Eine Zylinderstirnseite bzw. der Zylinderkopf ist Träger des Auslaßventils. Die vorbekannte Lösung ist wegen der Mehrzahl der einzelnen Bauteile konstruktiv aufwendig. Außerdem hat das Auslaßventil einen relativ kleinen Öffnungsquerschnitt und ist empfindlich gegen Verschmutzungen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Kolbenvakuumpumpe der eingangs genannten Art die mit einem Auslaßventil ausgerüstete Zylinderstirnseite wesentlich einfacher auszubilden und die Empfindlichkeit des Auslaßventils gegen Verschmutzungen zu reduzieren.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die gesamte Zylinderstirnseite den Ventilteller und der stirnseitige Rand des Zylinders den Ventilsitz des Auslaßventils bilden. Eine Kolbenvakuumpumpe mit diesen Merkmalen ist konstruktiv einfach. Die Öffnung des Ventils erfolgt dadurch, daß der Ventiltellerrand vom stirnseitigen Zylinderrand abhebt, so daß bereits nach einer kleinen Öffnungsbewegung ein relativ großer Öffnungsquerschnitt über dem gesamten Zylinderumfang entsteht. Kurze Ventilöffnungszeiten sind dadurch möglich. Außerdem wird eine hohe Partikelverträglichkeit erreicht.

Die Steuerung des Ventils und die Betätigung des Ventiltellers können von außen her durchgeführt werden; besonders zweckmäßig ist es jedoch, wenn der Kolben selbst das Auslaßventil betätigt. Dieses kann dadurch geschehen, daß der Kolbenhub um den Öffnungsweg des Ventils verlängert ist und das Ventil kurz vor dem Erreichen seines Totpunktes aufstößt. Eine andere Lösung besteht darin, daß entweder der Kolben oder der Ventilteller mit Vorsprüngen ausgerüstet ist, welche derart ausgebildet sind, daß sich Kolben und Ventilteller kurz vor dem Erreichen des Kolbentotpunktes berühren. Damit ist der Kolben selbst in der Lage, das Auslaßventil zu betätigen.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform haben beide Kolbenstirnseiten Pumpfunktion und sind beide mit einem erfindungsgemäßen Auslaßventil ausgerüstet. Da es in aller Regel erforderlich ist, den Kolben mit einer Pleuelstange anzutreiben, müssen der pleuelstangenseitige Kompressionsraum und damit auch der Ventilteller kreisringförmig gestaltet sein.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen anhand von in den Fig. 1 bis 10 erläutert werden. Es zeigen

- Fig. 1 und 2 Kolben und Zylinder einer Kolbenvakuumpumpe nach der Erfindung,
- Fig. 3 bis 7 verschiedene Gestaltungen des Zylinderkopfes mit Auslaßventil,
- Fig. 8 und 9 Ausführungen, bei denen beide Zylinderstirnseiten Pumpfunktion haben und
- Fig. 10 eine Ausführung mit einem Entlastungsventil.

In allen Figuren ist jeweils nur derjenige Bereich des Gehäuses 1 einer Kolbenvakuumpumpe nach der Erfindung dargestellt, in welchem sich ein Zylinder 2 mit einem Kolben 3 und einem Zylinderkopf 4 befindet. Ent-

sprechend der gewünschten Stufenzahl der Kolbenvakuumpumpe können eine oder mehrere einstufige Zylinder-Kolbeneinrichtungen oder auch Ausführungen, bei denen beide Zylinderstirnseiten Pumpfunktionen haben, im Gehäuse der Pumpe untergebracht sein. Eine Kurbelwelle 5 und eine Pleuelstange 6 sind in den Fig. 1, 2, 8 und 10 schematisch angedeutet.

Bei allen Ausführungen sind mit 7 ein in den Kompressionsraum 8 mündender Gaseinlaß und mit 9 ein Gasauslaß bezeichnet. Der Gaseinlaß 7 hat die Form einer in die Wand des Zylinders 2 eingelassenen Ringnut, die mit einem nicht dargestellten Einlaßkanal in Verbindung steht. Der Gasauslaß 9 ist an eine im Zylinderkopf 4 ausgebildete Kammer 11 angeschlossen. Das Auslaßventil 12 mit seinem Ventilteller 13 und seinem Ventilsitz 14 befindet sich zwischen Gaseinlaß 7 und Gasauslaß 9.

Entsprechend der Erfindung bildet der Ventilteller 13 die gesamte, im Bereich des Zylinderkopfes gelegene Zylinderstirnseite. Sein Durchmesser ist größer als der Innendurchmesser des Zylinders 2, so daß der stirnseitige Rand des Zylinders 2 die Funktion des Ventilsitzes 14 hat.

Die Fig. 1 und 2 zeigen ein Ausführungsbeispiel, bei dem der etwa kreisscheibenförmige Ventilteller 13 aus einem flexiblen Werkstoff, zum Beispiel aus Federstahlblech, besteht. Mit Hilfe eines zentral angeordneten, stiftförmigen Trägers 21 ist er an einer Wandung der Kammer 11 aufgehängt und wird derart in seiner Position gehalten, daß das Ventil 12 selbstdichtend geschlossen ist (Fig. 1). In dieser Figur nimmt der Kolben 3 seinen entfernt vom Zylinderkopf 4 gelegenen Totpunkt ein. Der Gaseinlaß 7 ist zum Kompressionsraum 8 offen. Zu förderndes bzw. zu komprimierendes Gas strömt in den Kompressionsraum 8 ein. Teller 13 und Träger 21 können z. B. aus Kunststoff bestehen und einstückig ausgebildet sein.

Die sich an die Stellung des Kolbens 3 in Fig. 1 anschließende Kolbenbewegung in Richtung Zylinderkopf 4 bewirkt zunächst ein Schließen des Gaseinlasses 7, danach eine Kompression der eingeströmten Gase und schließlich die Öffnung des Ventils 12, so daß die komprimierten Gase in die Kammer 11 gelangen und von dort aus durch den Gasauslaß 9 strömen. Das Ventil 12 wird vom Kolben 3 betätigt. Dazu ist der Kolbenhub um den Öffnungsweg des Ventils verlängert. Kurz vor dem Erreichen seines dem Zylinderkopf 4 benachbarten Totpunktes kommen Kolben 3 und Ventilteller 13 in Eingriff. Die sich daran anschließende Kolbenbewegung bis zum Totpunkt ist der Öffnungsweg des Ventils.

Beim Ausführungsbeispiel nach den Fig. 1 und 2 ist die dem Zylinderkopf 4 zugewandte Kolbenstirnseite 16 konkav (muldenförmig, d. h. mit zentraler Vertiefung) ausgebildet. Die Öffnung des Ventils 12 erfolgt dadurch, daß der äußere Rand des flexiblen Ventiltellers 13 vom Ventilsitz 14 abhebt (Fig. 2). Dieses kann dadurch geschehen, daß komprimierte Gase den äußeren Rand des Ventiltellers 13 anheben. Reicht der erzeugte Gasdruck nicht aus, dann bewirkt der Kolben 3 die Öffnung des Ventils 12. Sein äußerer Rand berührt kurz vor dem Erreichen seines dem Zylinderkopf benachbarten Totpunktes den äußeren Rand des Ventiltellers 13 und hebt ihn von seinem Ventilsitz 14 ab, so daß das komprimierte Gas ausströmen kann.

Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Kolbenstirnseite 16 eben ausgebildet ist. Im Bereich des äußeren Randes des Kolbens 3 befinden sich Vorsprünge 17, die kurz vor dem Erreichen des Totpunktes den

Ventilteller 13 berühren und das Ventil 12 öffnen. Es können diskrete Vorsprünge 17 vorhanden sein. Zweckmäßig bildet jedoch ein umlaufender Rand den Vorsprung 17. Dieser Rand ist wie in Fig. 3 dargestellt Bestandteil einer äußeren aus verschleißarmen werkstoffbestehenden Beschichtung 18 des Kolbens 3.

In Fig. 3 ist noch eine besondere Gestaltung des Ventilsitzes 14 dargestellt. Er umfaßt einen O-Ring 15, der sich in einer in der Stirnseite des Zylinders 2 eingelassenen Nut befindet.

Bei den Ausführungsbeispielen nach Fig. 4 und 5 umfaßt die Aufhängung des Ventiltellers 13 einen aus flexiblem Werkstoff, zum Beispiel Kunststoff, bestehenden Träger 21, an dem der Ventilteller 13 befestigt ist.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 ist der Ventilteller 13 zusätzlich mit diesem Werkstoff des Trägers beschichtet (Schicht 19). Diese Schicht 19 ist auch Träger eines Dichtringes 22. Träger 21, Schicht 19 und Dichtring 22 können einstückig ausgebildet sein und in einem Arbeitsgang auf den Ventilteller 13 aufgebracht (z. B. vulkanisiert) werden.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 ist die Kolbenstirnseite 16 konvex ausgebildet. Die Aufhängung 21 des Ventiltellers 13 umfaßt eine Feder 23, die in Schließrichtung wirkt. Bei seiner das Ventil 12 öffnenden Bewegung des Kolbens 3 berührt zunächst die Mitte der Kolbenstirnseite den Ventilteller 13. Besteht dieser aus flexiblem Werkstoff, dann nimmt der Ventilteller 13 bei offenem Ventil 12 etwa die Form der Kolbenstirnseite 16 an. Eine totraumfreie Entleerung des Kompressionsraumes 8 ist dadurch möglich.

Fig. 7 zeigt eine besondere Gestaltung des Ventiltellers 13. Er ist einseitig — z. B. mittels einer Schraube 24 — außerhalb der Dichtung 15 auf dem stirnseitigen Rand fixiert, so daß seine Öffnungsbewegung eine Schwenkbewegung um den Befestigungspunkt ist. Ein die Öffnungsbewegung verursachender Vorsprung 17 ist nur auf der dem Befestigungspunkt gegenüberliegenden Seite des Kolbens 3 vorgesehen.

Der Ventilteller 13 besteht zweckmäßig aus elastischem Stahlblech — z. B. mit Viton beschichtet — und weist einen durch Bördelung entstandenen Rand 25 auf. Dieser Rand bewirkt eine Versteifung des Ventiltellers 13. Im Bereich des Befestigungspunktes ist die Bördelung 25 unterbrochen, um die Schwenkbewegung des Ventiltellers 13 zuzulassen.

Bei der Lösung nach Fig. 7 entfällt ein zentraler Träger 21. Außerdem besteht die Möglichkeit, den Gasen eine gezielte Strömungsrichtung zu geben, z. B. in Richtung Auslaß 9. Das Saugvermögen der Pumpe beeinträchtigende Verwirbelungen werden vermieden.

Die Fig. 8 bis 10 zeigen Ausführungsbeispiele, bei denen beide Stirnseiten der Kolben-Zylinder-Einrichtung Pumpfunktion haben. Wegen der Durchführung der Pleuelstange 6 bis in das Innere des Kolbens 3 ist es erforderlich, den dem Zylinderkopf 4 entfernt gelegenen Kompressionsraum 26 ringförmig auszubilden. Dazu ist der Kolben 3 mit einer Abstufung 27 ausgerüstet, die den Stirnwandabschnitt mit 28 und dem zylindrischen Abschnitt 29 umfaßt. Dieser hat gegenüber dem übrigen Teil des Kolbens 3 einen reduzierten Durchmesser.

Der Einlaß der kreisringförmigen Pumpstufe ist ebenfalls als Ringnut in der Wandung des Zylinders 2 ausgebildet und mit 31 bezeichnet. Das Ventil 32 umfaßt den kreisringförmigen Ventilteller 33. Den Ventilsitz 34 bildet wieder die Stirnseite des Zylinders 2. Bei den dargestellten Ausführungsbeispielen ist der Ventilteller 33 an einem Träger 36 befestigt, der am kurbelwellenseitig

gelegenen Zylinderkopf 37 aufgehängt ist. Der Träger 36 hat die Form einer Hülse, die den zylindrischen Abschnitt 29 des Kolbens 3 führt. Teller 33 und Träger 36 können einstückig ausgebildet sein und z. B. aus Kunststoff bestehen. Im kurbelwellenseitig gelegenen Zylinderkopf 37 befindet sich die kreisringförmige Kammer 38, an die sich der Gasauslaß 39 anschließt.

Der stirnseitige Abschnitt 28 des Kolbens 3 ist eben ausgebildet. Die Öffnung des Ventils 32 erfolgt wieder durch eine Verlängerung des Kolbenhubs. Auch alle zu den Fig. 1 bis 6 dargestellten Öffnungsmechanismen können beim kurbelwellenseitig angeordneten Ventil 33 in äquivalenter Weise Anwendung finden. So ist beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 9 beispielsweise der stirnseitige Abschnitt 28 des Kolbens 3 mit Vorsprüngen 41 ausgerüstet, die ein Abheben des Ventiltellers 33 von seinem Ventilsitz 34 (mit Dichtungsring 42) bewirken.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 10 ist das Ventil 12 mit einem Bypass 45 ausgerüstet. Der Bypass 45 verbindet die Kammer 11 mit dem Kompressionsraum 8. Die zum Kompressionsraum führende Mündung 46 sollte möglichst nahe beim Ventilsitz 14 angeordnet sein. Im Bypass 45 befindet sich ein Rückschlagventil 47, das geschlossen ist, wenn der Druck im Kompressionsraum 8 größer ist als der Druck in der Kammer 11, und das bei umgekehrten Druckverhältnissen öffnet. Der Bypass 45 hat eine den Antriebsmotor der Kolbenvakuumpumpe entlastende Wirkung. Ohne Bypass erzeugt der Kolben nach dem Schließen des Ventils 12 im Kompressionsraum 8 ein relativ hohes Vakuum, das erst nach dem Öffnen des Gaseinlasses 7 gebrochen wird. Ist der Bypass 45 vorhanden, gelangt bereits kurz nach dem Schließen des Ventils 12 Gas aus der Kammer 11 in den Kompressionsraum 8. Auch das kurbelwellenseitig angeordnete Ventil 32 kann mit einem Entlastungsbypass dieser Art ausgerüstet sein.

#### Patentansprüche

1. Kolbenvakuumpumpe mit mindestens einem Zylinder (2), einem darin befindlichen Kolben (3), einem Gaseinlaß (7, 31) und einem stirnseitig gelegenen Auslaßventil (12, 32), dadurch gekennzeichnet, daß die gesamte Zylinderstirnseite den Ventilteller (13, 33) des Auslaßventiles (12, 32) und der stirnseitige Rand des Zylinders (2) den Ventilsitz (14, 42) bilden.
2. Pumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (3) in der Stellung, in der er seinen dem Auslaßventil (12, 32) zugewandten Totpunkt einnimmt, über den Zylinderrand um einen Betrag hervorragt, der dem Öffnungsweg des Ventiltellers (13, 33) entspricht.
3. Pumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Ventilteller (13, 33) zugewandte Kolbenstirnseite (16, 28) konkav ausgebildet ist.
4. Pumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Ventilteller (13, 33) zugewandte Kolbenstirnseite (16, 28) konvex ausgebildet ist.
5. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (3) oder der Ventilteller (13, 33) mit einem oder mehreren Vorsprüngen (17, 41) ausgerüstet sind, welche derart ausgebildet sind, daß sich Kolben (3) und Ventilteller (13, 33) vor dem Erreichen des Kolbentotpunk-

tes berühren.

6. Pumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Vorsprünge (17, 41) Bestandteil einer Beschichtung (18) des Kolbens (3) sind.

7. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil (12) der einer Kurbelwelle (5) entfernt gelegenen Stirnseite (16) des Kolbens (3) zugeordnet ist, daß der Ventilteller (13) etwa kreisscheibenförmig ausgebildet ist und mit Hilfe eines Trägers (21) am zugehörigen Zylinderkopf (4) aufgehängt ist.

8. Pumpe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß Träger (21) und/oder Ventilteller (13) aus einem flexiblen Werkstoff bestehen.

9. Pumpe nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß Träger (21) und Teller (13) einstückig ausgebildet sind.

10. Pumpe nach Anspruch 7, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Teller (13) beschichtet ist und daß die Schicht (19) und der Träger (21) einstückig ausgebildet sind.

11. Pumpe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (21) als Druckfeder (23) ausgebildet ist.

12. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil (12) der einer Kurbelwelle (5) entfernt gelegenen Stirnseite (16) des Kolbens (3) zugeordnet ist, daß der Ventilteller (13) etwa kreisscheibenförmig ausgebildet ist und einseitig auf der Stirnseite des Zylinders (2) fixiert ist.

13. Pumpe nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilteller (13) aus elastischem Stahlblech besteht.

14. Pumpe nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilteller (13) einen durch Bördelung entstandenen Rand (25) aufweist, der im Bereich des Fixpunktes unterbrochen ist.

15. Pumpe nach Anspruch 12, 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Auslaß (9) der Kammer (11) auf der dem Fixpunkt des Ventiltellers (13) gegenüberliegenden Seite befindet.

16. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das bzw. ein weiteres Ventil (32) der einer Kurbelwelle (5) zugewandten Stirnseite (28) des Kolbens (3) zugeordnet ist.

17. Pumpe nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben auf seiner der Kurbelwelle (5) zugewandten Stirnseite mit einer Abstufung (27) ausgerüstet ist, daß die Abstufung die Stirnseite (28) und einen zylindrischen Abschnitt (29) umfaßt, daß der zylindrische Abschnitt (29) eine Durchföhrung für eine Pleuelstange (6) bildet, daß der Ventilteller (33) des Ventils (32) kreisringförmig ausgebildet ist und daß der Ventilteller (33) mit Hilfe eines Trägers (36) am zugehörigen Zylinderkopf (37) aufgehängt ist.

18. Pumpe nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (36) als Hölse ausgebildet ist, welche den zylindrischen Abschnitt (29) des Kolbens (3) umgibt.

19. Pumpe nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß Ventilteller (33) und Träger (36) einstückig ausgebildet sind.

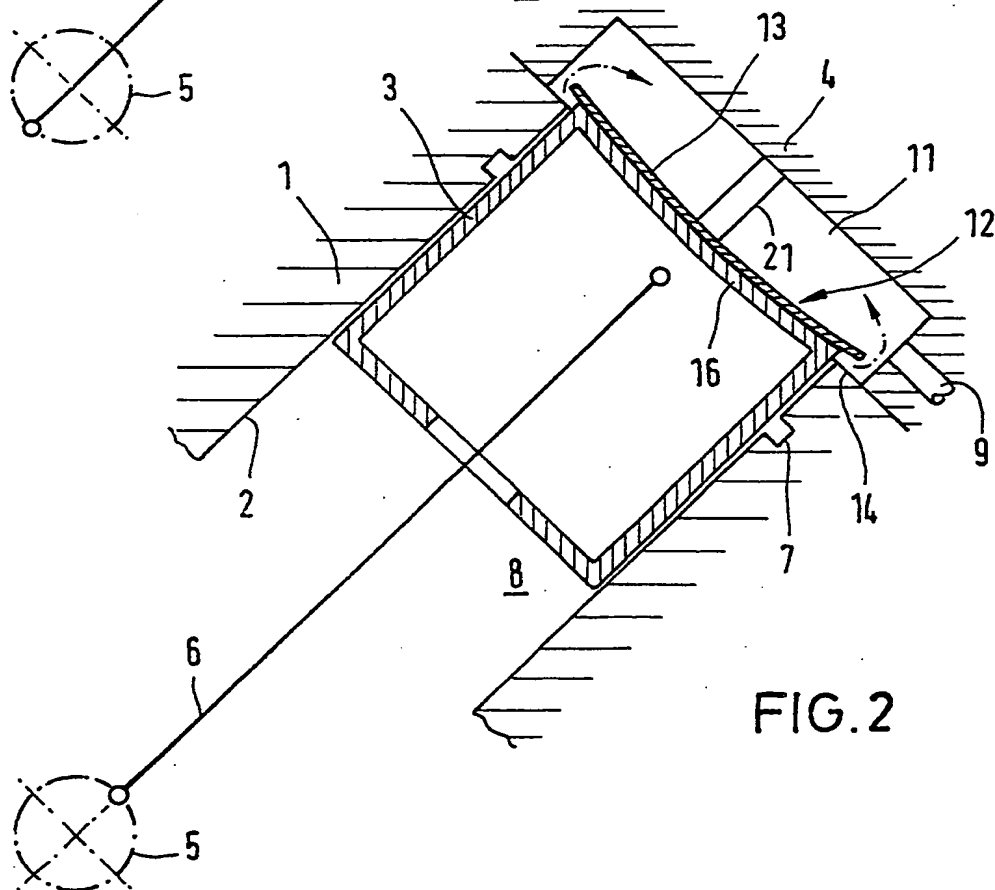
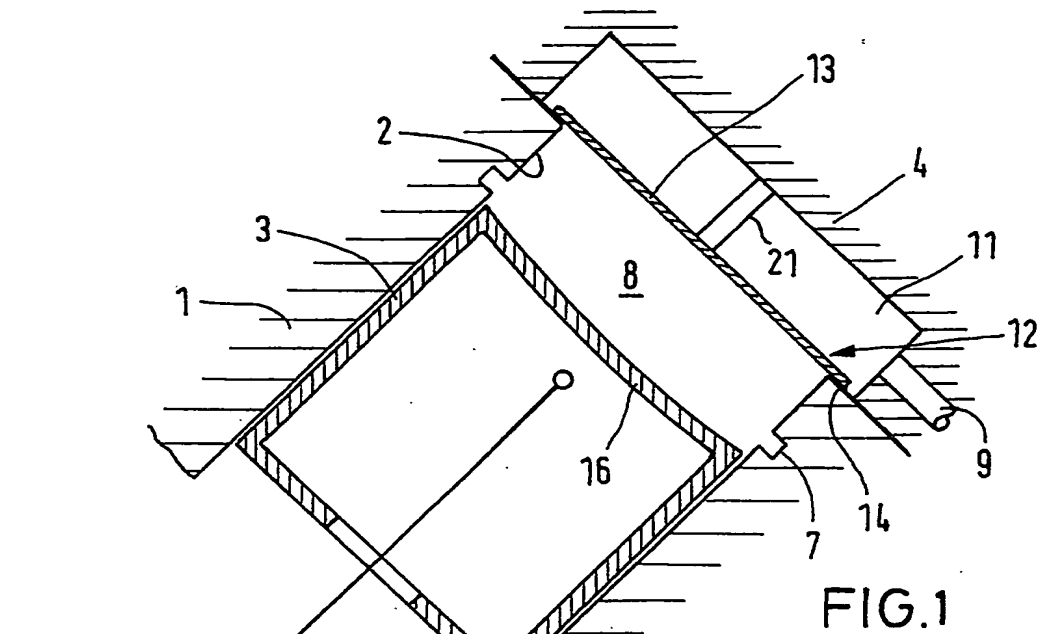
20. Pumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einem der Ventile (12 und 32) ein Entlastungsventil (47) zugeordnet ist.

21. Pumpe nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß sich das Entlastungsventil (47) in einem Bypass (45) befindet und als Rückschlagventil ausgebildet ist.

22. Pumpe nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das eine (46) Ende des Bypasses (47) in die Wandung des Zylinders (2) mündet.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



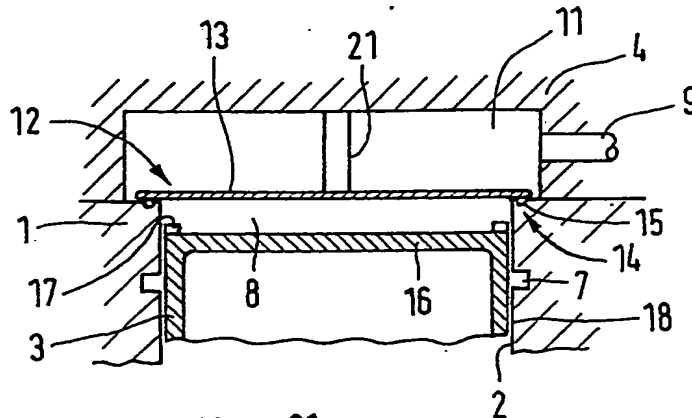


FIG. 3

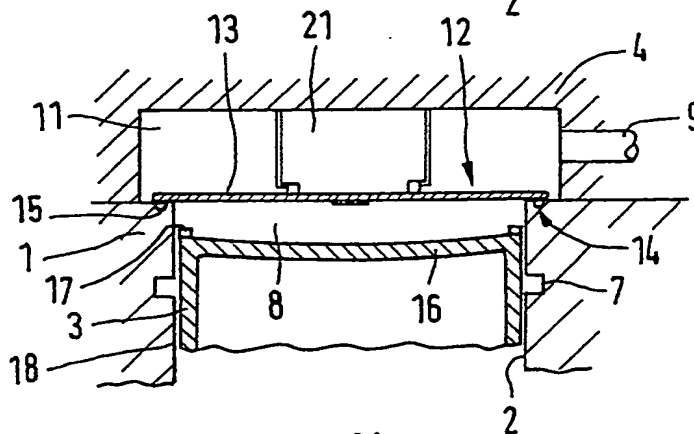


FIG. 4

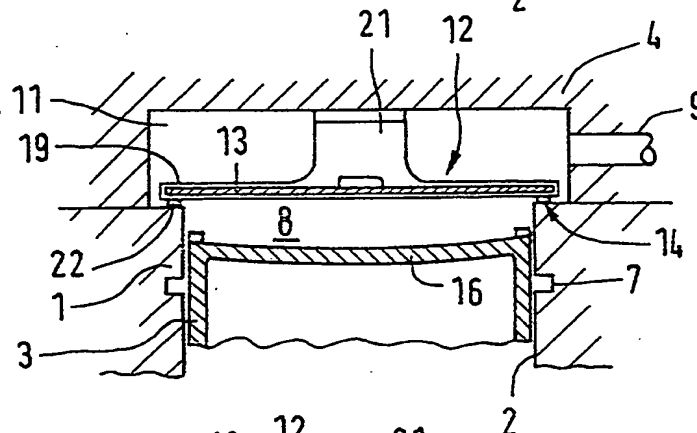


FIG. 5

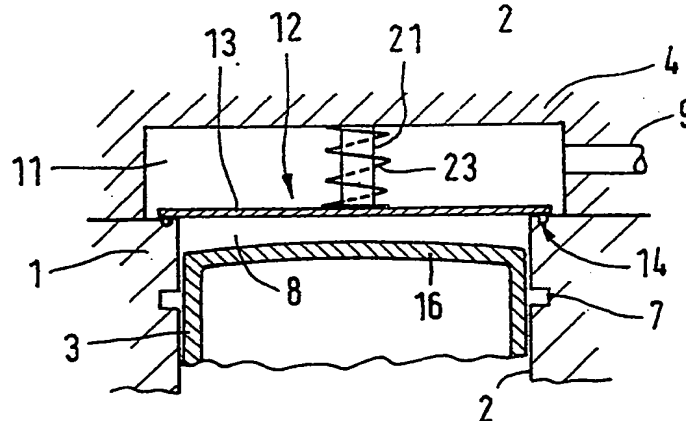


FIG. 6



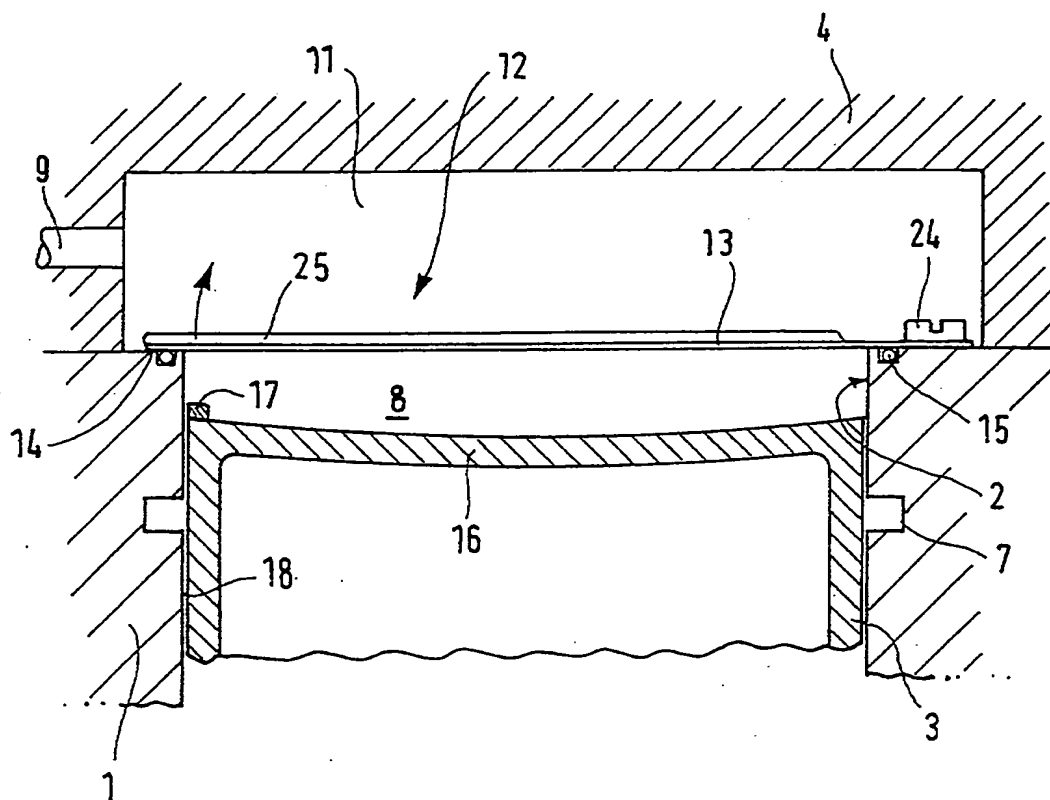


FIG. 7

